

Ma-5757

Alto Valmari

R. V. L. H.

27/1918



KOETOIMINTAJULKAISUJA N:o 1

JÄKÄLÄT IHMISRAVINTONA

YLIOPISTON FYSIOLOOGISELLA LAITOKSELLA
SUORITETTujen KOKEIDEN TULOKSET

CARL TIGERSTEDT

JULKAISIJA

KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA r. l.
HELSINKI



HELSINKI 1918
SIMELIUS'EN PERILLISTEN KIRJAPAINO.

I. Johdanto.

Kaikkialla ruumiissamme tapahtuvaa palamista ylläpitävät ravintoomme sisältävät n. s. *elimelliset (organiset) ravintoaineet* — munanvalkuaisaineet, rasva ja hiilihydraatit. Mitä rasva on, sen jokainen tietää; hiilihydraatteihin luetaan pääasiallisesti tärkkelys ja sokeri; munanvalkuaisaineitten suuri merkitys ruumiillemme selviää ennen kaikkea siitä, että ruumis voi niistä muodostaa sen elävän aineen, joka on kaikkien niitten ilmiöitten ylläpitäjä, joita kutsumme elämäksi.

Kun määrätty määrä jotakin ainetta palaa, muodostuu aina, tapahtukoonpa palaminen missä tahansa, taikka millä tavoin tahansa, yhtä suuri lämpömäärä, jota mittaamme mitalla, jota kutsutaan lämpöyksiköksi eli kaloriaksi. Yksi kaloria on se lämpömäärä, joka tarvitaan lämmittämään yhden litran vettä nollasta yhteen asteeseen.

Ruumiissamme palaessaan kehittää

1 gr munanvalkuaisainetta	4.1 kaloriaa
1 gr rasvaa	9.3 »
1 gr hiilihydraatteja	4.1 »

Palamis- eli ravintoarvo on siis grammalla rasvaa enemmän kuin kaksi kertaa suurempi kuin grammalla munanvalkuaisainetta taikka hiilihydraatteja.

On kuitenkin huomattava, että koko määrä ruumiille ravinnoksi annetusta munanvalkuaisaineesta, rasvasta ja hiilihydraateista, ei hyödytä sitä, sillä osa ruokamme ravitsevista osista kulkee läpi suoliston ja poistuu ruumiista, ottamatta osaa siinä tapahtuvaan palamiseen. *Häviö suolistossa*, joka täten syntyy, vaihtelee suuresti ravintoaineitten laadun mukaan, ja on noin 10 % tavallisen, yksinkertaisen ruoan koko ravintoarvosta.

Nälkävuosina, jolloin on ollut puute tavallisista ravintoaineista, on kansamme ollut pakoitettu suuremmassa taikka pienemmässä määrässä käyttämään n. s. hätäravintoaineita, ja jo kauan on kaikille ollut selvää, että tämä taas käy välttämättömäksi tänä talvena ja ensi keväänä.

Hätäravintoaineita on monenlaisia, kuten männyn ja koivun kuoresta valmistettu pettu sekä jäkälät ja erilaiset juuret y. m. Näistä hätäravintoaineista voidaan valmistaa syötäväksi kelpaavaa ruokaa, kuten kokemus lukemattomissa tapauksissa on osoittanut. Sitävastoin ovat tietomme hätäravintoaineitten todellisesta ravintoarvosta hyvin puutteelliset.

Tosin tiedämme, että hätäravintoaineissa on vaihtelevia määriä munanvalkuaisaineita, rasvaa ja hiilihydraatteja, mutta missä määrin ruumis voi käyttää hyväkseen niitä aineita, missä määrin ne voivat palaa ruumiissa, siitä emme tiedä juuri mitään.

Ottaen huomioon nykyään vallitsevan vaikean ruokapulan, jonka jo viime keväänä varmuudella voitiin ennustaa tulevan, olisi käytännöllisestikin katsoen ollut erittäin tärkeätä, jos olisi tutkittu ruumiimme kykyä käyttää hyväkseen hätäravintoaineissa olevia ravintoaineita. Olin tästä täysin selvillä, mutta tällainen tutkimus tulee, ikävä kyllä, erittäin kalliiksi, enkä voinut ajatellakaan sellaiseen ryhtymistä, jollei käytettäväkseni asetettaisi melkoisia varoja. Koetin tosin herättää korkeitten asianomaisten mielenkiintoa tällaiseen tutkimukseen, mutta tuloksetta.

Kun elokuun alussa pidin esitelmän hätäravintoaineista Valtion Kotitaloustoimikunnan pyynnöstä sen järjestämällä opetuskurseilla, esitin toimikunnan puheenjohtajalle mielipiteeni hätäravintoaineitten todellisen ravintoarvon tutkimisen tarkeydestä.

Tämän keskustelun johdosta jätin toimikunnalle kirjelmän, jossa pyysin sitä myöntämään, taikka Senaatilta hankkimaan minulle 23,000 Smk. suuruisen summan yllämainittuun tarkoitukseen. Toimikunta ei katsonut voivansa antaa rahoja tähän tarkoitukseen, mutta lähetti kirjelmän puoltolauseellaan varustettuna Senaattiin. Vasta lokakuun alussa Senaatti teki päätöksensä — varoja ei myönnetty.

Näytti siis siltä, kuin olisi kansamme pakoitettu käyttämään hätäravintoaineita, joilla kenties ei olisi ensinkään ravintoarvoa, mutta joista saataisiin kuitenkin maksaa suuria summia.

Siitä, että kaikesta huolimatta kuitenkin on tehty tutkimuksia nykyään saatavissa olevien hätäravintoaineitten ravintoarvosta,

on kansamme suuressa kiitollisuuden velassa kahdelle liikkeelle, Suomen Osuuskauppojen Keskuskunnalle ja Keskusosuusliike Hankkijalle, jotka viimeksimainitun ehdotuksesta lokakuun puolivälissä myönsivät minulle tällaiseen tutkimukseen tarvittavat varat. Töölön sokeritehdas on sitäpaitsi antanut tynnyrillisen siirappia tutkimuksissa käytettäväksi.



Kokeissa käytetyn ruuan valmistaminen ja punnitseminen.

Tällaisen tutkimuksen käyntiinpano ja suoritus vaatii paljon aikaa, joten huolimatta siitä, että työtä on mahdollisimman suuressa määrässä kiirehditty, ovat tulokset kokeista poron- ja islanninkälillä vasta nyt pääasiassa valmiit.

II. Tutkimusmenettelytavat.

Tällaiset kokeet voidaan suorittaa kahdella eri tavalla, jotka eivät suuresti toisistaan eroa.¹ Ensimmäinen tapa on lyhyesti seuraava:

Koehenkilö saa ensin muutamien päivien kuluessa (n. s. normaliperiodina) määrätynlaista ravintoa. Kemiallisesti analysoimalla ravinto ja ulostukset määrätään, kuinka suuri osa ravinnossa olevasta munanvalkuaisaineesta, rasvasta ja hiilihydraateista on kulkenut läpi suoliston ruumista hyödyttämättä. Sitten koehenkilölle annetaan yhtä monena päivänä, kuin edellinen n. s. normaliperiodi kesti, aivan samaa ravintoa, mutta on siihen nyt lisätty tutkittava ravintoaine. Määräämällä ulostuksissa olevien ravintoaineitten eroitus edellisessä ja jälkimäisessä tapauksessa, lasketaan sitten, mitenkä suuri määrä tutkittavasta ravintoaineesta ruumista hyödyttämättä kulkee läpi suoliston ¹⁾.

Toinen kokeilutapa eroaa edellisestä siinä, että n. s. normaliperiodina syötyyn ruoka-annokseen ei varsinaiseksi kokeiluajaksi lisätä tutkittavaa ravintoainetta, vaan osa annoksesta korvataan sillä.

Tuloksien lukeminen on tässä tapauksessa pääasiallisesti samanlainen kuin edellisessä tapauksessa.

Näissä tutkimuksissa olen käyttänyt jälkimäistä kokeilutapaa. Syytä valintaani en tässä lyhyessä esityksessä voi selostaa.

Koska käsiteltävällä kysymyksellä on suuri käytännöllinen merkitys, olen tehnyt kokeeni yhdellätoista koehenkilöllä. He olivat kaikki täysin terveitä miehiä. Yhdeksän heistä oli lääketieteen ylioppilaita, yksi lääketieteen kandidaatti ja yksi, nimittäin allekirjoittanut, lääketieteen tohtori. Kaikki koehenkilöt siis täydellisesti käsittivät kokeitten merkityksen, jotenka on varmat takeet siitä, että annettuja ohjeita on suurimmalla tarkkuudella seurattu.

Kokeet kullakin ruokajärjestyksellä kestivät seitsemän päivää. Tänä aikana koehenkilöt söivät ravintoa, jonka kokoonpano oli edeltäkäs määrätty ja joka pääasiallisesti vastasi ravintoa vaatimattomissa kodeissa. Koska oli tarkoitus leivän muodossa nauttia ne hätäravintoaineet, joiden ravintoarvo oli tutkittava, määrättiin leipäannos sangen suureksi. Koko ravinnon kaloria-arvosta tulikin noin $\frac{1}{3}$ leivän osalle.

Koska eri henkilöitten ravintotarve on koko lailla vaihteleva, jaettiin koehenkilöt kahteen ryhmään, »suursyöjiin» ja »piensyöjiin». Jälkimäisten ruoka-annos oli tasan $\frac{4}{5}$ edellisten annoksesta. »Suursyöjiin» kuuluivat alkujaan koehenkilöt VI—XI, mutta koska ensimmäisen koeviikon kuluttua koehenkilö nr. V valitti saa-

¹⁾ Tässä en ole ottanut huomioon sitä, että osa ulostuksista muodostuu elimistön omien aineiden palamisen tuloksina.

vansa liian vähän ravintoa, siirrettiin hänet suursyöjien luokkaan, johonka täten tulivat kuulumaan koehenkilöt V—XI.

Koeaikana koottiin kunkin henkilön ulostukset ja virtsa. Virtsa analyseerattiin joka päivä, todetaksemme oliko eri hätäravintoaineilla jotakin vaikutusta sen laatuun ja kokoonpanoon, taikka munanvalkuaisaineitten palamiseen ruumiissa. Ulostukset koottiin ja analyseerattiin viikottain.



Koehenkilöt aterialla.

Ensimmäisen koeviikon (normaliviikon) leipä oli leivottu yhtäsuurista määrästä ruis-, ohra- ja kaurajauhoja. Kaikki nämä jauhot olivat karkeita, etenkin ohrajauhoissa oli paljon akanoita. Suursyöjien päivittäinen leipäannos sisälsi 360 gr ja piensyöjien 288 gr jauhoja.

Toisella koeviikolla vähennettiin jauhomäärä kolmannella osalla, jotenka suursyöjien leipä tuli sisältämään 240 gr, piensyöjien 192 gr jauhoja. Suursyöjien leipään leivottiin sensijaan 120 gr ja piensyöjien leipään 96 gr *poronjäkääläjauhoja*, jotenka $\frac{1}{3}$ leivästä tuli olemaan tätä hätäravintoainetta.

Kolmannella koeviikolla piensyöjien päivittäinen leipäannos

sisälsi 144 gr ruis-, ohra- ja kaurajauhoja ja 144 gr poronjäkääläjauhoja. Tällä viikolla suursyöjät söivät leipää, joka sisälsi 240 gr ruis-, ohra- ja kaurajauhoja ja 120 gr islanninjäkääläjauhoja.

Koska kokeet poronjäkälillä johtivat sangen masentaviin tuloksiin, jonka kenties voitaisiin olettaa johtuvan siitä, että käytetty leipä ei ollut kaikkien ammattitaidon sääntöjen mukaan leivottua, vastaanotin suurella kiitollisuudella nti Sundströmin tarjouksen, saada Valtion koeleipomosta Helsingissä, poronjäkääläjauhoista valmistettua leipää, vielä viikon kokeihin. Tämä leipä sisälsi, kuten toisella viikolla syöty leipä, $\frac{1}{3}$ poronjäkääläjauhoja.

Kokeissani käytetyt jäkääläjauhot on osaksi hankkinut Hangon Bisquit-tehdas, osaksi Valtion koeleipomot Tampereella ja Helsingissä.

Bisquit-tehtaan jauhot on valmistettu siten, että poronjäkäälät ovat vuorokauden olleet lipeässä, senjälkeen huuhdottu ja kuivattu 40 asteessa.

Valtion koeleipomoiden hankkimat jauhot oli samalla tavoin valmistettu, paitsi että jäkäälät huuhtomisen jälkeen oli keitetty, poronjäkäälät 45 ja islanninjäkäälät 10 minuttia, jonka jälkeen keittovesi oli kaadettu pois. On itsestään selvää, että tämä keittäminen ei ole tarkoituksenmukaista, sillä osa helposti liukenevista aineista, jotka elimistö luultavasti olisi voinut käyttää hyväkseen, menee täten jäkälistä hukkaan. Bisquit tehtaan hankkimia jauhoja käytettiin toisen koeviikon 6 ensimmäisenä päivänä. Kokemuuna aikana käytettiin Valtion koeleipomoiden jauhoja.

III. Normaliviikko.

Ravinto sisälsi normaliviikolla (viikko I) keskimäärin päivää kohti

A. Piensyöjillä	B. Suursyöjillä
110.0 gr munanvalkuaisaineita	137.5 gr munanvalkuaisaineita
71.4 gr rasvaa	89.3 gr rasvaa
451.8 gr hiilihydraatteja	564.7 gr hiilihydraatteja

Suursyöjien ruoan ravintoarvo oli

3,710 kaloriaa,

piensyöjien ruoan ravintoarvo oli

2,968 kaloriaa.

Tästä määrästä antoi suursyöjien leipä määrä 1,298 kaloriaa ja piensyöjien 1,038 kaloriaa. Siis ravinto, leipää lukuunottamatta, sisälsi suursyöjillä 2,412 kaloriaa ja piensyöjillä 1,930 kaloriaa.

Ulostusten keskimääräinen kokoomus päivää kohden tällä viikolla näkyy seuraavasta taulukosta:

Taulukko I.

Koehenkilö	Munan- valkuais- aineita: gr	Rasvaa: gr	Hiilihyd- raatteja: gr	Kalorioja.	Häviö %:ssa ravin- non ravinto- arvosta.
<i>A. Piensyöjät.</i>					
I	16.9	5.7	23.4	218	7.3
II	19.6	5.8	22.1	225	7.6
III	15.6	5.2	20.1	195	6.5
IV	15.6	4.8	21.0	194	6.5
V	17.7	5.3	20.5	206	6.9
Keskiarvo	17.1	5.4	21.4	208	7.0
<i>B. Suursyöjät.</i>					
VI	20.0	7.5	25.4	256	6.9
VII	28.4	8.5	28.7	313	8.4
VIII	21.8	7.2	25.9	262	7.1
IX	26.3	8.5	27.8	301	8.1
X	24.9	6.5	27.6	275	7.4
XI	21.1	6.2	26.0	251	6.8
Keskiarvo	23.7	7.4	26.9	276	7.4
Yhteinen keskiarvo	20.7	6.5	24.4	245	7.2

Ulostuksissa oli siis keskimäärin 20.7 gr munanvalkuaisaineita, 6.5 gr rasvaa ja 24.4 gr hiilihydraatteja ja niiden palamisarvo oli 245 kaloriaa. Ravinnon ravintoarvosta (2,968 à 3,710 kaloriaa)

on täten noin noin 6.5 à 8.4 $\%$ eli keskimäärin 7.2 $\%$ mennyt hukkaan. Piensyöjät ovat käyttäneet 2,760 ja suursyöjät 3,465 kaloriaa.

Näitten normaliviikolla saatujen tulosten perusteella, voitiin aloittaa jäkälän ravintoarvoa selvittävät kokeet.

IV. Kokeet poronjäkälällä.

A. Kokeet leivällä, jossa oli $\frac{1}{3}$ jäkäläjauhoja.

Toisella koeviikolla korvattiin, kuten jo sanoin, $\frac{1}{3}$ leivässä olevista jauhoista samalla määrällä poronjäkäläjauhoja.

Jos suolisto olisi kyennyt samassa määrässä käyttämään hyväkseen näitä jäkäläjauhoja kuin viljasta valmistettuja jauhoja, olisi ulostusten kokoomus ollut tällä viikolla suunnilleen sama kuin edellisellä viikolla. Niin ei kuitenkaan ole asianlaita, niin kuin taulukosta II käy selville.

Kuten jo huomautin, oli ruokajärjestys eri koeviikkoina aivan sama, tietysti lukuunottamatta, että osa leipäjauhoista jäkäläviikoina vaihdettiin jäkäläjauhoihin.

Verrattaessa allaolevaa, ensimmäisen jäkäläviikon ravinnon kemiallista kokoomusta normaliviikon ravinnon kokoomukseen näkee selvästi, miten samankaltaisia ne olivat.

Ensimmäisellä jäkäläviikolla söi kukin koehenkilö keskimäärin päivässä

A. Piensyöjät	B. Suursyöjät.
108.9 gr munanvalkuaisaineita	136.1 gr munanvalkuaisaineita
57.6 gr rasvaa	72.0 gr rasvaa
462.9 gr hiilihydraatteja	578.6 gr hiilihydraatteja.

Piensyöjien ravinnossa oli nyt 2,880 kaloriaa, suursyöjien ravinnossa 3,600 kaloriaa.

Seuraavassa taulussa on eri koehenkilöitten ulostusten keskimääräinen kokoomus päivää kohti:

Taulukko II.

Koehenkilö.	Munanval- kuaisai- nelta: gr	Rasvaa: gr	Hiilihyd- raatteja: gr	Kalorioja.	Häviö 0/0:ssa ravin- non pala- misarvosta.	Jäkälän ai- kaansaama ulostusten li- sääntyminen: kalorioja	Jäkälästä eli- mistön hyväksi tulut ravinto: kalorioja
<i>A. Piensyöjät.</i>							
I	21.3	4.1	88.2	487	16.9	303	+ 24
II	26.2	5.3	86.8	513	17.8	322	+ 5
III	20.5	5.4	84.0	479	16.6	318	+ 9
IV	19.1	4.5	81.6	455	15.8	295	+ 32
Keskiarvo	21.3	4.8	85.1	483	16.8	309	+ 18
<i>B. Suursyöjät.</i>							
V	27.2	5.8	111.2	621	17.3	406	+ 3
VI	26.8	6.5	109.4	619	17.2	406	+ 3
VII	30.1	7.9	107.0	636	17.7	366	+ 43
VIII	30.7	6.3	115.7	659	18.3	440	- 31
IX	31.1	7.1	112.0	652	18.1	394	+ 15
X	32.3	5.6	114.7	654	18.2	422	- 13
XI	33.6	6.1	116.0	670	18.6	462	- 53
Keskiarvo	30.3	6.5	112.3	644	17.9	413	- 4
Yhteinen keskiarvo	27.2	5.9	102.4	585	17.5	375	+ 4

Verrattaessa ulostusten kokoonpanoa normaliviikolla ja ensimmäisellä jäkäläviikolla, näemme että jäkäläviikolla niitten palamisarvo keskimäärin oli kohonnut 340 kalorilla, hiilihydraattimäärä 78 gr, munanvalkuaismäärä 6 gr ja rasvamäärä pysyi jokseenkin samana.

Siis vaikka ruoan ravintoarvo normaliviikolla ja ensimmäisellä jäkäläviikolla oli melkein sama, on kuitenkin ravintoainehäviö suolistossa jäkäläviikolla kaikilla henkilöillä kohonnut huomattavasti (nim. 7,2 0/0:sta 17,5 0/0:iin ravinnon palamisarvosta). Tämä voi johtua ainoastaan siitä, että jäkäläviikon ravinto sisälsi leipää, jossa oli kolmas osa jäkäläjauhoja.

Jäkäläjauhon vaikutuksesta siis ravintoainehäviö suolistossa kohoaa, mutta koskee tämä melkein ainoastaan hiilihydraatteja; rasva- ja munanvalkuaisainehäviö ei juuri kohoa. Tämä ei kuitenkaan vielä todista, että jäkäläjauholla ei olisi ravintoarvoa. Tämän kysymyksen voimme ratkaista siten, että tutkimme, miten jäkäläjauhon aikaansaama ravintoainehäviö suolistossa suhtautuu

siihen ravintoainemäärään, joka sisältyy jäkäläjauhoihin. Jos näitten sisältämä ravintoainemäärä on suurempi kuin ravintoainehäviö suolistossa, on jäkäläjauhoilla ravintoarvoa, päinvastaisessa tapauksessa niillä ei sitä ole.

Tällä ensimmäisellä jäkäläviikolla saivat suursyöjät leivässä 120 gr ja piensyöjät 96 gr jäkäläjauhoja päivässä. Näitten jäkäläjauhomäärien palamisarvo on 426 ja 341 kaloriaa.



Kemiallinen tutkimus.

Leivottaessa menee kuitenkin osa taikinan valmistukseen käytetyistä aineksista hukkaan, osaksi käymisessä, osaksi paistaessa, osaksi sen kautta, että aina jonkun verran taikinaa tarttuu taikinaukaloon, leivinpöydälle j. n. e.

Tällä tavoin syntyvä häviö vaihtelee huomattavin määrin, ja voidaan se arvioida noin 5 à 10 0/0:ksi taikinan aineosien ravintoarvosta.

Teimme kokeita tämän selvittämiseksi ja osoittautui, että normaaliviikolla käytetyn leivän leivonnassa häviö oli 5,2 0/0 ja ensimmäisen jäkäläviikon leivän leivonnassa se oli 4 0/0.

On mahdotonta sanoa, mitkä taikinan aineosat tässä etu-

päässä vähenevät. On luultavaa, että jäkäläjauho käy huonommin kuin viljasta valmistettu jauho, jotenka on mahdollista, että käymisen aiheuttama häviö suuremmassa määrässä kohtaa jälkimäistä kuin edellistä. Joka tapauksessa tulee eroitus niin pieneksi, että ilman muuta voin laskea, että leipomisesta syntyvä häviö yhtä suuressa määrässä kohtaa kaikkia taikinaan sisältyviä aineita.

Näin olettaen piensyöjien leipäannoksessa oleva jäkäläjauho sisältää 327 kaloriaa ja vilja 696 kaloriaa; suursyöjillä ovat vastaavat luvut 409 ja 870 kaloriaa.

Normaliviikon leivässä oli suursyöjillä 1,298 ja piensyöjillä 1,038 kaloriaa. Ensimmäisen jäkäläviikon leivässä oli siis viljan muodossa 428 à 342 kaloriaa vähemmän kuin normaliviikolla.

Kuten jo mainitsin, oli häviö suolistossa normaliviikolla 7,4 à 7,0 % ravinnon ravintoarvosta. Eri ruoka-aineilla on tämä häviö kuitenkin hyvin eri suuri. On mahdotonta määrätä kullekin aineelle, tässä erityisesti leivälle, tarkkaan tätä häviötä. Aikaisemmat tutkimukset osoittavat kuitenkin, että noin 10 % karkeamman leivän ravintoarvosta tällä tavoin suolistossa menee hukkaan, ja koska, kuten jo olen huomauttanut, kokeissani käytetyt jauhot todellakin olivat hyvin karkeita, ei 10 %:ksi arvioitu ravintoarvo häviö suolistossa ole mitenkään liian korkea.

Näin olettaen ja lisäksi otaksumalla, että koehenkilöt normaliviikolla olisivat syöneet leipäannoksessaan saman määrän viljaa kuin ensimmäisellä jäkäläviikolla, tulisi piensyöjien ulostusten palamisarvon väheneminen olemaan 34 ja suursyöjien 43 kaloriaa. Kun vähennetään tämä arvo ulostusten palamisarvosta jäkäläviikolla, saadaan jäännökseksi niitten ulostusten palamisarvo, jotka suorastaan ovat jäkälän muodostamat, taikka ovat sen vaikutuksesta syntyneet. Nämä palamisarvot ovat taulukossa II lähinnä viimeisessä sarakkeessa. Viimeisessä sarakkeessa olevat luvut on saatu siten, että nämä arvot on vähennetty leivässä olevan jäkälän palamisarvosta, ne siis osoittavat montako kaloriaa ruumis saa, lisättäessä leipään jäkäläjauhoja.

Kuten näkyy, eivät nämä arvot ole suuria. Kahdeksalla koehenkilöllä vaihtelee tämä voitto 3:sta 43:n kaloriaan. Muilla henkilöillä on huomattavissa suoranainen häviö, joka vahtelee 13—53:n kaloriaan. Keskimäärin kaikille koehenkilöille on jäkälän aiheuttama voitto 4 kaloriaa.

100 gr jäkäläjauhoja vastaa siis ravintoarvoonsa nähden 1 gr jauhoja taikka sokeria.

Edellä olevaa laskelmaa vastaan voidaan kenties huomauttaa, että olen mielivaltaisesti arvioinut ruumiin kyvyn käyttää hyväkseen leivässä olevaa ravintoainetta liian alhaiseksi, kun oletin suolistossa syntyvän häviön 10 0/0:ksi. Epäilyksen tämän arvioinnin paikkansa pitävyydestä en luule olevan oikeutetun, mutta otaksukaamme niin olevan.

Olettakaamme, että normaliviikolla käytetyn karkean leivän ravintoarvosta ainoastaan 5 0/0 on käyttämättä kulkenut suoliston lävitse. Silloin on piensyöjien 96 gr:sta jäkäläjauhoja saama kaloriamäärä keskimäärin 35 ja suursyöjien 120 gr:sta jäkäläjauhoja saama määrä keskimäärin 18. Kaikille koehenkilöille on keskimäärin 24 kaloriaa jäkäläjauhosta tullut hyödyksi.

Näin olettaen 100 gr jäkäläjauhoja vastaa siis ravintoarvoonsa nähden 7 gr viljajauhoja.

B. Kokeet leivällä, jossa oli $\frac{1}{2}$ jäkäläjauhoja.

Kolmannella koeviikolla ainoastaan koehenkilöt I— IV söivät poronjäkäläjauhosta valmistettua leipää, kun ei saatu riittävästi näitä jauhoja.

Ravinto, jota nämä henkilöt nauttivat, sisälsi keskimäärin päivää kohden

121,4 gr munanvalkuaisaineita

69,0 gr rasvaa

431,9 gr hiilihydraatteja,

eli yhteensä 2,910 kaloriaa.

Tästä palamisarvosta tuli leivän osalle, joka oli valmistettu yhtäsuurista määristä tavallisia jauhoja ja jäkäläjauhoja, 991 kaloriaa ja muun ravinnon osalle 1919 kaloriaa. Tämän viikon leivän valmistuksessa syntynyt häviö oli 8 0/0 leivän aineksien palamisarvosta. Jos häviö lasketaan yhtäsuureksi leivän kaikille aineksille, oli leipään sisältyvien jauhojen palamisarvo 503 kaloriaa ja jäkäläjauhojen palamisarvo 488 kaloriaa.

Leivässä olevan viljan palamisarvo oli siis 535 kaloriaa pienempi kuin viljan palamisarvo normaliviikolla. Jos oletamme, että häviö suolistossa on 10 0/0 leivän palamisarvosta, on siis nor-

maliviikon ulostuksien palamisarvosta vähennettävä 54 kaloriaa, jotta ne vastaisivat toisen jäkäläviikon ravinnon synnyttämää ulostusten määrää, jolloin ravintoon ei lasketa jäkäläjauhoja.

Ulostusten kokoomus oli keskimäärin päivää kohti seuraava:

Taulukko III.

Koehenkilö.	Munanvalkuaisaineita: gr	Rasvaa: gr	Hiilihydraatteja: gr	Kalorioja.	Häviö % ravinnon palamisarvosta.	Jäkälän aiheuttama ulostusten lisääntyminen: kalorioja	Jäkälistä elimistön hyväksi tullut ravinto: kalorioja
I	18.9	3.5	130.0	643	22.1	479	+ 9
II	22.7	3.8	128.0	653	22.4	482	+ 6
III	17.7	4.0	121.0	606	20.8	465	+ 23
IV	18.1	3.9	122.9	615	21.1	475	+ 13
Keskim.	19.3	3.8	125.5	629	21.6	475	+ 13

Ulostusten määrä oli siis yhä kohonnut, ja niiden palamisarvo oli 21,6 % ravinnon palamisarvosta.

Syödyn jäkälän palamisarvosta, 488 kaloriaa, oli siis ainoastaan 6—23 eli keskimäärin 13 kaloriaa tullut ruumiin hyväksi, 100 gr:lla jäkäläjauhoja on sama ravintoarvo kuin 2,5 gr:lla ruisjauhoja. Jos leivässä olevan viljan ravintoarvon väheneminen suolistossa lasketaan 5 %:ksi viljan palamisarvosta, saamme leivästä olevista 144 gr:sta jäkäläjauhoja 40 kaloriaa. Näin olettaen olisi 100 gr:lla jäkäläjauhoja sama ravintoarvo kuin 8 gr:lla ruisjauhoja.

Näistä tutkimuksista käy varmuudella selville, ettei kokeissani käyttämilläni jäkäläjauhoilla käytännöllisesti katsoen ole ravintoarvoa.

Sillä, joskin ruumis saa 40 kaloriaa 144 gr:sta jäkäläjauhoja, mikä annos päivässä jo on hyvin suuri, on tämä kaloriamäärä häviävän pieni osa ruumiin koko ravintotarpeesta, joka on noin 3,000 à 3,500 kaloriaa keskinkertaisen raskasta työtä tekevällä miehellä

C. Kokeet leivällä, joka oli valmistettu Valtion koeleipomossa Helsingissä.

Tämän koesarjan tulokset eivät vielä ole täysin valmiita, mutta koska kysymyksellä on suuri käytännöllinen merkitys, on mielestäni kuitenkin syytä jo nyt julkaista tuloksia siinä määrin, kuin se on mahdollista.

Tosin emme vielä ole määränneet ravinnon ja ulostusten palamisarvoa, emme myöskään vielä tiedä niiden munanvalkuais-, rasva- ja hiilihydraattipitoisuutta, mutta niiden kuiva-aine pitoisuus s. o. niiden sisältämien aineiden summa, vettä lukuunottamatta, on jo määrätty, ja jo näitten arvojen perusteella voi likimäärin arvioida jäkälän ravintoarvon.

Kolmas koesarja poronjäkälillä oli siten järjestetty, että pienesyöjät I ja II sekä suursyöjät X ja XI söivät ainoastaan sen määrän jäkäläleipää (joka sisälsi $\frac{1}{3}$ jäkäläjauhoja), mikä vastasi 75 gr taikinaan sekoitettuja jäkäläjauhoja. Jotta leipämäärä ei kuitenkaan tämän kautta pienenis, saivat nämä koehenkilöt sitäpaitse tavallista leipää (jäkälävapaata) vastaten 63 ja 135 gr jauhoja. Muut koehenkilöt söivät yksinomaan jäkäläleipää yhtäsuuret määrät kuin edellisillä viikoilla. Koehenkilö V jätti erehdyksessä syömättä leipäpalasen, jonka kuiva-ainepitoisuus oli 21 gr.

Koesarjan tulokset ovat seuraavassa taulukossa, jossa on leivän ja ulostusten kuiva-ainemäärät. Olen yksinkertaisuuden vuoksi olettanut, että jäkälistä leipää valmistettaessa ei mikään sen kuiva-aineista vähene. Tämä olettamus tietysti tekee tulokset paremmiksi, kuin mitä ne todellisuudessa ovat. Taulukosta näemme sitäpaitse miten paljon ulostusten kuiva-ainemäärä on lisääntynyt jäkälän vaikutuksesta. Laskiessani nämä määrät olen, kuten edellisissäkin tapauksissa, olettanut että 10 % viljajauhoja sisältävän leivän kuiva-aineesta kulkee käyttämättömänä suolen läpi. Taulukon viimeisestä sarakkeesta näemme, miten monta grammaa jäkäläjauhojen kuiva-aineesta elimistö on käyttänyt hyväkseen.

Taulukko IV.

Koehenkilö.	Jäkälää leivässä: kuiva-ainetta gr	Ulostuksia: kuiva-ainetta gr	Jäkälän aiheuttama ulostusten lisääntyminen: kuiva-ainetta gr	Jäkälästä elimistön hyväksittu ravinto: kuiva-ainetta gr
I	67.1	123.0	76.9	— 9.8
II	67.1	120.0	73.4	— 6.3
III	85.9	125.0	87.5	— 1.6
IV	85.9	137.7	99.7	— 13.8
V	106.3	148.4	96.3	+ 10.0
VI	107.4	168.1	118.1	— 10.7
VII	107.4	162.9	98.9	+ 8.5
VIII	107.4	174.0	123.7	— 16.3
IX	107.4	144.7	84.8	+ 22.6
X	67.1	145.1	84.4	— 17.3
XI	67.1	133.5	80.3	— 13.2
Keskim.	88.7	143.9	93.1	— 4.4

Leivässä olevan jäkälän vaikutuksesta on siis kahdeksalla koehenkilöllä ulostusten kuiva-ainemäärä lisääntynyt siinä määrin, että lisäys on 1.6 à 17.3 gr enemmän kuin jäkälissä oleva kuiva-ainemäärä. Ainoastaan kolmessa tapauksessa on ulostusten kuiva-ainemäärän lisäys ollut pienempi kuin käytetty jäkälämäärä (8.5, 10.0 ja 22.6 gr).

Keskimäärin on kaikkien koehenkilöiden ulostusten kuiva-aineen painon lisäys 4.4 gr suurempi kuin käytetyn jäkäläjauhon kuiva-aineen paino.

Nämä laskut on tehty, kuten jo mainitsin, sillä olettamuksella, että 10 % leivässä olevan viljan kuiva-aineesta kulkee suolen läpi, ruumista hyödyttämättä. Olettamalla, että tämä häviö olisi ainoastaan 5 %, tulisi keskimäärin kaikille koehenkilöille ulostuksissa olevien aineitten kuiva-ainemäärän lisäys olemaan 0.3 gr pienempi kuin käytetyn jäkäläjauhon kuiva-ainemäärä.

Tämän koesarjan lopputulos on siis mahdollisesti vieläkin huonompi kuin kahden edellisen.

D. Yhteenveto.

Poronjäkälällä ei ole käytännöllisesti katsoen lainkaan ravinto-arvoa. Teknillinen poronjäkäläjauhon valmistus kulutuskeskuksia varten on siis ehdottomasti hyödytöntä.

Tällä en kuitenkaan tahdo sanoa, että osaksi poronjäkäläjauhoista valmistettu leipä joka tapauksessa olisi merkityksetöntä. Jäkäläjauhot ovat osoittautuneet täydellisesti vahingottomiksi, ja kokeet ovat sitäpaitse selvästi näyttäneet, että jäkälät eivät huomattavasti alenna ruumiimme kykyä käyttää hyväkseen muussa ravinnossa olevaa munanvalkuaisainetta ja rasvaa. Ja koska sitäpaitse jäkälät eivät ole lisänneet munanvalkuaisaineitten palamista ruumiissa, mitä eräällä taholla on pidetty mahdollisena, ei mikään estä niitä, jotka ilman suoranaisia kustannuksia voivat hankkia itselleen jäkäläjauhoja, käyttämästä niitä viljan jatkona.

Todellista hyötyä tästä ei ole, mutta ken tahtoo syödä suurempia leipämääriä kuin ne, jotka nykyään voimme saada, hänelle kenties jäkälälisä taikinaan tuottaa vialtonta tyydytystä.

Syksyn kuluessa on koottu sangen suuret määrät poronjäkälää toivossa, että näistä valmistettua jauhoa voitaisiin käyttää hätäravintoaineena. Koska tässä toivossamme olemme pettyneet, kysytään, miten nämä jäkälät nyt on käytettävä? Meidän maamme, samoinkuin Skandinaviankin pohjoisosissa on poronjäkälää käytetty karjan rehuna säännöllisissäkin oloissa, ja tänä vuonna on siellä innokkaasti kehoitettu väestöä kokoamaan poronjäkälää juuri tähän tarkoitukseen. Kuten olen Professori G. von Wendfiltä kuullut, ovatkin poronjäkälät hyvin sopivia karjan rehuksi.

Ne rahasummat, jotka on käytetty poronjäkälän kokoomiseen, eivät siis ole hukkaan menneet.

V. Kokeet islanninjäkälällä.

Islanninjäkälät ovat vanhastaan tunnetut hyviksi hätäravintoaineiksi. Niitä on kuitenkin maassamme siksi vähän, ettei

Ulostuksissa on siis keskimäärin päivää kohden 35.1 gr munanvalkuaisainetta, 6.2 gr rasvaa ja 83.7 gr hiilihydraatteja taikka yhteensä 543 kaloriaa. Rasvamäärä on jatkuvasti alhainen, mutta munanvalkuaismäärä on melkein 5 gr suurempi kuin ensimmäisenä poronjäkäläviikkona. Tämä johtuu kuitenkin siitä, että ravinto islaunninjäkäläviikolla oli rikas munanvalkuaisaineista (158.7 gr islanninjäkäläviikolla ja 136.1 gr ensimmäisellä jäkäläviikolla). Hiilihydraatteja on ulostuksissa huomattavasti enemmän kuin normaaliviikolla, mutta paljon vähemmän kuin ensimmäisellä jäkäläviikolla.

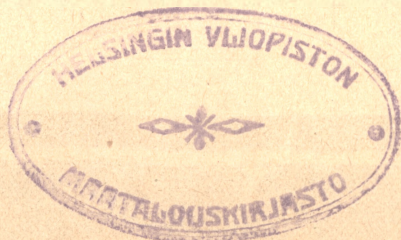
Ravintoarvohäviö suolistossa on keskimäärin 14.8 %.

Olettaen, että 10 % viljasta valmistetun leivän ravintoarvosta suolistossa menee hukkaan, ovat jäkälät lisänneet ulostusten palamisarvoa 253—384 eli keskimäärin 313 kalorilla. Koska päivän ravinnossa jäkälien palamisarvo oli 413 kaloriaa, on ruumiin hyväksi tullut jäkälien sisältämistä ravintoaineista 29—160 eli keskimäärin 100 kaloriaa. Leivässä oli 120 gr jäkäläjauhoja; ruumis on siis 100 gr:sta jäkäläjauhoja saanut 83 kaloriaa eli 24 % jäkälien palamisarvosta.

100 gr:lla islanninjäkäläjauhoja on siis sama ravintoarvo kuin 24 gr:lla ruisjauhoja.

Islanninjäkälään ravintoarvo voi luullakseni olla vielä tätäkin suurempi. Kuten jo huomautin, keitettiin lipeässä käsiteltyjä ja huuhdottuja jäkäliä 10 minuttia vedessä ja keittovesi kaadettiin pois. Mutta täten on osa juuri niistä, helposti liukenevista ravintoaineista, joita ruumis luultavasti olisi voinut käyttää hyväkseen, poistettu. On siis sangen todennäköistä, että islanninjäkäliillä, joita ei ole keitetty, on suurempi ravintoarvo kuin näissä kokeissa käytetyillä jäkäliillä.

Koska leipä, jossa on $\frac{1}{3}$ islanninjäkäläjauhoja, on jokseenkin hyvänmakuista, voi hyvällä syyllä suositella islanninjäkälien käyttämistä viljan lisänä leivässä.



kannata suuremmassa määrässä niistä jauhoja valmistaa. Muutamain paikoin yksityiset henkilöt kuitenkin voivat koota omiin tarpeisiinsa sängen suuriakin määriä näitä jäkälää. Olen tämän vuoksi tutkinut myös islanninjäkälän ravintoarvoa.

Kokeeseen ottivat osaa koehenkilöt V—XI. Koeaikana, joka kesti 7 päivää, he kunakin päivänä saivat leivän muodossa 240 gr ruis-, ohra- ja kaurajauhoja sekä 120 gr islanninjäkälästä valmistettuja jauhoja. Ravinto oli muuten samanlaista kuin edellisinä viikkoina.

Ravintoaineita se sisälsi päivää kohti

158.7 gr munanvalkuaisaineita

86.7 gr rasvaa

541.4 gr hiilihydraatteja,

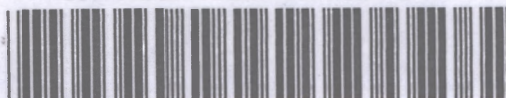
eli kaikkiaan 3,676 kaloriaa.

Leivottaessa aleni taikinan aineosien ravintoarvo 4.3% ja olettaen, että tämä ravintoarvon väheneminen yhtä suuressa määrässä kohtasi kaikkia leivän aineosia, tuli päivittäinen leipä sisältämään 413 kaloriaa jäkäläjauhoissa ja 864 kaloriaa viljassa. Koska normaaliviikon leipä sisälsi 1,298 kaloriaa viljassa, oli siis viljamäärän palamisarvo tällä jäkälä-viikolla 434 kaloriaa pienempi.

Taulukko V.

Koehenkilö.	Munanvalkuaisainetta: gr	Rasvaa: gr	Hiilihydraatteja: gr	Kalorioja	Häviö %:ssa ravinnon palamisarvosta:	Jäkälän aiheuttama ulostusten lisäntyminen: kalorioja.	Jäkälästä elimistön hyväksyttävät ravinto: kalorioja.
V	32.3	6.2	79.5	516	14.0	301	+ 112
VI	32.8	7.2	77.9	521	14.2	308	+ 105
VII	32.3	6.5	80.5	523	14.2	253	+ 160
VIII	37.5	6.0	85.0	558	15.2	339	+ 74
IX	34.9	6.4	80.6	533	14.5	275	+ 138
X	38.1	5.1	87.5	562	15.3	330	+ 83
XI	38.0	5.8	94.7	592	16.1	384	+ 29
Keskimäärin	35.1	6.2	83.7	543	14.8	313	+ 100

HY VIKIN KAMPUSKIRJASTO



1150401313